

PCT/KR 03/02683  
RO/KR 08.12.2003

REC'D 23 DEC 2003

WIPO



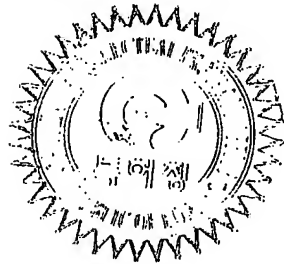
별첨 사본은 아래 출원의 원본과 동일함을 증명함.

This is to certify that the following application annexed hereto  
is a true copy from the records of the Korean Intellectual  
Property Office.

출원번호 : 10-2002-0078067  
Application Number

출원년월일 : 2002년 12월 10일  
Date of Application DEC 10, 2002

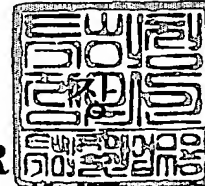
출원인 : 엘지이노텍 주식회사  
Applicant(s) LG INNOTECH CO., LTD.



2003 년 12 월 08 일

특 허 청

COMMISSIONER



**PRIORITY  
DOCUMENT**

SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

**BEST AVAILABLE COPY**

## 【서지사항】

【서류명】	특허출원서
【권리구분】	특허
【수신처】	특허청장
【참조번호】	0001
【제출일자】	2002. 12. 10
【국제특허분류】	H01L
【발명의 명칭】	양자점 발광 소자 및 그의 제조 방법
【발명의 영문명칭】	Quantum dot light emitting device and manufacturing method of the same
【출원인】	
【명칭】	엘지이노텍 주식회사
【출원인코드】	1-1998-000285-5
【대리인】	
【성명】	허용록
【대리인코드】	9-1998-000616-9
【포괄위임등록번호】	2002-038994-0
【발명자】	
【성명의 국문표기】	최성철
【성명의 영문표기】	CHOI, Sung Chul
【주민등록번호】	761014-1489110
【우편번호】	570-953
【주소】	전라북도 익산시 춘포면 창평리 155번지
【국적】	KR
【심사청구】	청구
【취지】	특허법 제42조의 규정에 의한 출원, 특허법 제60조의 규정에 의한 출원심사를 청구합니다. 대리인 허용록 (인)
【수수료】	
【기본출원료】	12 면 29,000 원
【가산출원료】	0 면 0 원
【우선권주장료】	0 건 0 원
【심사청구료】	6 항 301,000 원
【합계】	330,000 원

1020 3067

출력 일자: 2003/12/13

【첨부서류】

1. 요약서·명세서(도면)\_1통

## 【요약서】

## 【요약】

본 발명에 따른 양자점 발광 소자는 기판 및, 상기 기판의 상면에 형성되는 n형 반도체와, 상기 n형 반도체의 상면에 다수 형성되는 나노-홀이 포함되는 절연층과, 상기 나노-홀의 내부를 채워 형성되는 양자점과, 상기 절연층의 상면에 형성되는 p형 반도체층이 포함되는 것을 특징으로 한다.

그리고, 본 발명에 따른 양자점 발광 소자의 제조 방법은 기판 위에 n형 반도체가 형성되는 공정, 상기 n형 반도체의 상면에 나노-홀이 포함되는 절연층이 증착되는 공정, 상기 나노-홀의 내부가 채워져 양자점이 형성되는 공정, 및 상기 절연층의 위에 p형 반도체가 증착되는 공정이 포함되는 것을 특징으로 한다.

본 발명에 따른 양자점 발광 소자에 의해서, 양자점의 크기 및 밀도를 제어할 수 있어, 발광 소자의 특성제어가 용이한 장점이 있다.

또한, 기존의 양자 우물을 이용하는 발광 소자에 비해 높은 내부 양자 효율을 기대할 수 있어, 높은 발광 효율을 얻을 수 있다.

## 【대표도】

도 2

## 【색인어】

양자점, 발광 소자

## 【명세서】

## 【발명의 명칭】

양자점 발광 소자 및 그의 제조 방법{Quantum dot light emitting device and manufacturing method of the same}

## 【도면의 간단한 설명】

도 1은 종래 발광층으로 양자 우물층이 형성되는 발광 다이오드를 설명하는 도면.

도 2는 본 발명에 따른 양자점 발광소자의 제조 과정을 설명하는 도면.

도 3은 본 발명의 또 다른 실시예를 설명하는 도면.

<도면의 주요 부분에 대한 부호의 설명>

1, 11 : 기판 2, 12 : n형 반도체 3 : 양자 우물층

4, 14 : p형 반도체 13 : 절연층

131 : 나노-홀 132 : 양자점 15 : 장벽층

## 【발명의 상세한 설명】

## 【발명의 목적】

## 【발명이 속하는 기술분야 및 그 분야의 종래기술】

본 발명은 양자점이 형성되는 발광 소자 및 양자점 발광 소자의 제조 방법에 관한 것으로서, 상세하게는, 발광 소자의 발광층에 양자점을 인위적으로 조성하여 내부 양자 효율을 극대화하고, 소비 전력을 낮추고, 신뢰성을 향상시킬 수 있는 양자점 발광소자 및 양자점 발광소자의 제조 방법을 제안한다.

도 1은 종래 발광층으로 양자 우물층이 형성되는 발광 다이오드를 설명하는 도면이다.

- <10> 도 1을 참조하면, 기판(1)과, 상기 기판(1)의 상면에 적층 형성되는 n형 반도체(2), 양자 우물층(3), p형 반도체(4)가 포함된다.
- <11> 종래 발광 다이오드의 동작을 설명하면, 발광 다이오드에 순방향의 전압이 인가되면, n형 반도체(2)로부터는 전자가 공급되고, p형 반도체(4)로부터는 정공이 공급되어, 상기 양자 우물층(3)에서 재결합된다. 재결합되는 중에, 양자 우물의 여기 준위 또는 에너지 밴드갭 차이에 해당되는 에너지의 빛을 발광하게 된다.
- <12> 이때, 상기 양자 우물층(3)은 발광층으로 작용되어, 종래의 이중접합구조의 발광 소자에 비해서는 내부 양자 효율이 높으나, 10%이상을 넘지 못하고 있는 실정이다.
- <13> 이로 인해서, 고출력의 발광소자로 사용될 경우에는 소비전력이 높고 열이 많이 발생하는 단점이 있으며, 발생한 고열로 인하여 발광 소자의 특성이 변화되는 등 신뢰성에 많은 영향을 미치는 단점이 있다.

#### 【발명이 이루고자 하는 기술적 과제】

- <14> 본 발명은 이러한 문제점을 개선하기 위하여 창출된 것으로서, 발광층의 내부에 양자점을 형성하여 내부 양자 효율을 높일 수 있는 발광 소자 및 발광 소자의 제조 방법을 제안한다.

#### 【발명의 구성 및 작용】

- <15> 본 발명에 따른 양자점 발광소자는 기판 및, 상기 기판의 상면에 형성되는 n형 반도체와, 상기 n형 반도체의 상면에 다수 형성되는 나노-홀이 포함되는 절연층과, 상기 나노-홀의 내부를 채워 형성되는 양자점과, 상기 절연층의 상면에 형성되는 p형 반도체층이 포함되는 것을 특징으로 한다.

- <16> 그리고, 본 발명에 따른 양자점 발광소자의 제조방법은 기판 위에 n형 반도체가 형성되는 공정, 상기 n형 반도체의 상면에 나노-홀이 포함되는 절연층이 증착되는 공정, 상기 나노-홀의 내부가 채워져 양자점이 형성되는 공정, 및 상기 절연층의 위에 p형 반도체가 증착되는 공정이 포함되는 것을 특징으로 한다.
- <17> 상기된 양자점 발광 소자에 의해서 내부양자효율을 높일 수 있고, 이로 인해서, 소비 전력 및 발열량을 줄일 수 있어, 발광 소자의 경제성과 신뢰성을 향상시킬 수 있는 효과가 있다.
- <18> 도 2는 본 발명에 따른 양자점 발광소자의 제조 과정을 설명하는 도면이다.
- <19> 먼저, 도 2의 a를 참조하면 기판(11)과, 기판(11)의 상면에 형성되는 실리콘등이 도핑된 n형 반도체(12)와, n형 반도체(12)의 상면에 형성되는 절연층(13)이 형성된다. 특히, 상기 절연층(13)의 내부에는 다수의 나노-홀(nano-hole)이 형성된다.
- <20> 예를 들면, 상기 기판(11)은 사파이어 기판이 사용될 수 있고, 상기 n형 반도체(12)는 질화갈륨(GaN) 또는 갈륨비소(GaAs) 또는 갈륨인(GaP)이 사용될 수 있다. 그리고, 상기 절연층(13)은 질화규소(SiN<sub>x</sub>) 또는 산화규소(SiO<sub>2</sub>)가 사용될 수 있다.
- <21> 특히, 나노-홀이 형성되는 과정을 상세히 설명한다.
- <22> 상기 절연층(13)은 n형 반도체(12)의 상면에 유기금속기상성장법등 다양한 방법에 의해서 성장되는데, 성장 초기에 상기 절연층(13)은 그레인(grain)을 형성하면서 증착이 진행된다. 그리고, 증착이 진행됨에 따라, 상기 절연층(13)의 그레인들이 융합함에 따라 점점 커지게 되고, 융합이 이루어지지 않은 n형 반도체(12)의 표면에는 절연층(13)이 형성되지 않은 소정 크기의 나노-홀(131)이 형성된다.

- <23>      상기 나노-홀(131)의 크기는 절연층(13)의 성장이 진행됨에 따라서 그 크기가 점점 더 작아지게 되므로, 결국 절연층(13)의 성장 시간을 제어하여 원하는 크기의 나노-홀(131)을 형성할 수 있게 된다. 바람직하게, 상기 나노-홀(131)의 크기는 1~100nm이다.
- <24>      도 2의 b를 참조하면, 나노-홀(131)이 적정의 크기로 성장된 뒤에는, 상기 나노-홀(131)의 내부에 활성층을 이루는 물질이 채워져 형성되는 양자점(132)이 형성된다. 상기 양자점(132)을 형성하는 물질로는 InGa<sub>N</sub>, InGaAs, InGaP등이 사용될 수 있다.
- <25>      그리고, 양자점(132)이 형성된 절연층(13)의 상면에는 마그네슘, 또는 아연이 도핑된 p형 반도체(14)가 형성된다.
- <26>      나아가, 상기 n형 반도체(12)와 p형 반도체(14)에는 전극(미도시)이 형성되어 전압이 인가된다.
- <27>      결국, 본 발명에 따른 양자점 발광소자는 도 2의 b에 개시된 바와 같이, 기판(11)과, 상기 기판(11)의 상면에 형성되는 n형 반도체(12)와, 상기 n형 반도체(12)의 상면에 형성되고 다수의 양자점(132)이 포함되는 절연층(13)과, 상기 절연층(13)의 상면에 형성되는 p형 반도체(14)가 포함되어 형성되는 것이다.
- <28>      이러한 구성에 의해서 상기 양자점(132)의 상면은 p형 반도체(14)와 접하고, 양자점(132)의 하면은 n형 반도체(12)와 접하게 된다. 그러므로, 본 발명의 발광 소자에 순방향의 전압이 인가되는 경우에는, n형 반도체(12)로부터 공급되는 전자와, p형 반도체(14)로부터 공급되는 정공이 양자점(132)에서 재결합되어 발광하게 된다.



<30> 도 3은 본 발명의 또 다른 실시예를 설명하는 도면이다.

<32> 다만, 양자점(132)이 다수 형성되는 절연층(13)이 형성된 뒤에, 절연층(13)의 위에 장벽층(15)을 형성하고, 그 위에 또 다시 양자점이 다수 형성되는 절연층(13)을 형성하는 공정이 추가된다. 결국, 양자점(132)이 다수 형성되는 절연층(13)이 장벽층(15)을 개재하여 다수가 적층되는 것이다.

본 발명의 사상은 나노-홀을 채워서 형성되는 양자점이 형성되는 발광 소자의 구성 및 양자점이 형성되는 발광소자의 제조 방법에 그 특징이 있다.

### 【발명의 효과】

- <sup><37></sup> 본 발명에 따른 양자점 발광 소자에 의해서, 양자점의 크기 및 밀도를 제어할 수 있어, 발광 소자의 특성제어가 용이한 장점이 있다.
- <sup><38></sup> 또한, 기존의 양자 우물을 이용하는 발광 소자에 비해 높은 내부 양자 효율을 기대할 수 있어, 높은 발광 효율을 얻을 수 있다.
- <sup><39></sup> 또한, 내부 양자 효율이 높아져 소비 전력을 낮출 수 있고, 소자의 신뢰성이 개선되는 효과가 있다.

【청구항 1】

【청구항 2】

【청구항 3】

【청구항 4】

14-10

제 4 항에 있어서,

상기 양자점이 형성되는 공정후에 다른 나노-홀이 포함되는 또 다른 절연층이 증착되고, 상기 나노-홀의 내부가 채워져 양자점이 형성되는 공정이 적어도 한번 더 반복되는 것을 특징으로 하는 양자점 발광 소자의 제조 방법.

제 4 항 또는 제 5 항에 있어서,

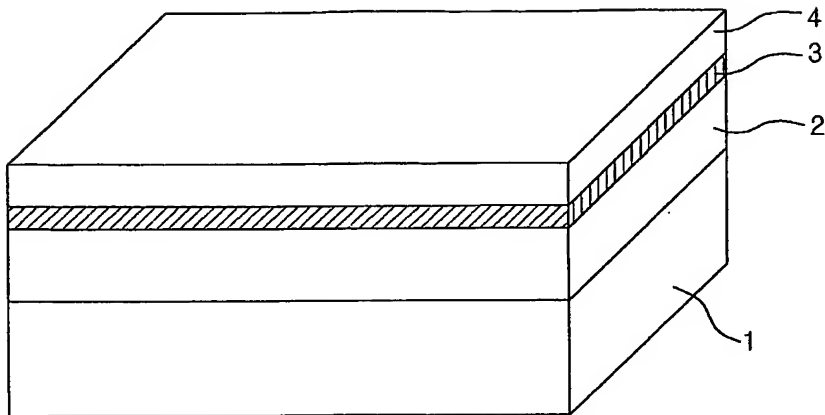
상기 절연층이 증착되는 공정에서, 상기 나노-홀의 크기 및/또는 밀도는 절연층이 증착되는 시간에 의해서 결정되는 것을 특징으로 하는 양자점 발광 소자의 제조 방법.

1020 3067

출력 일자: 2003/12/13

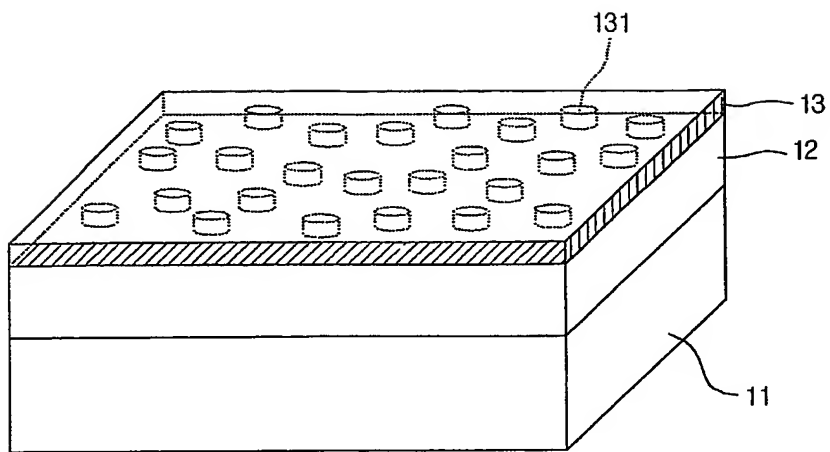
【도면】

【도 1】

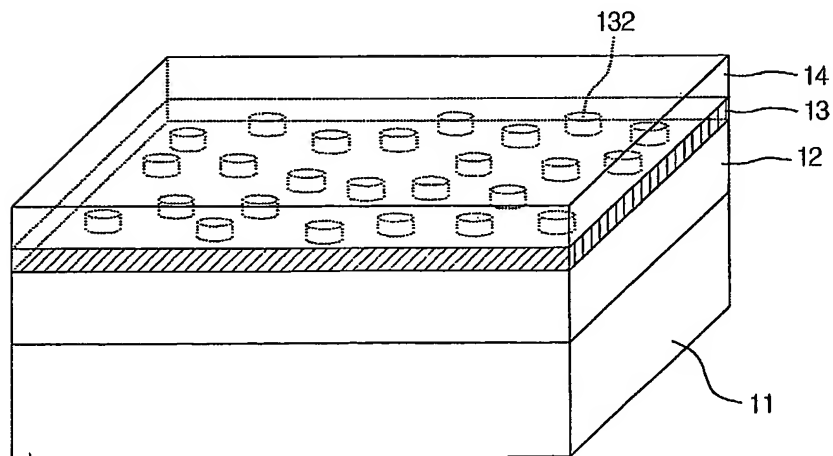


【도 2】

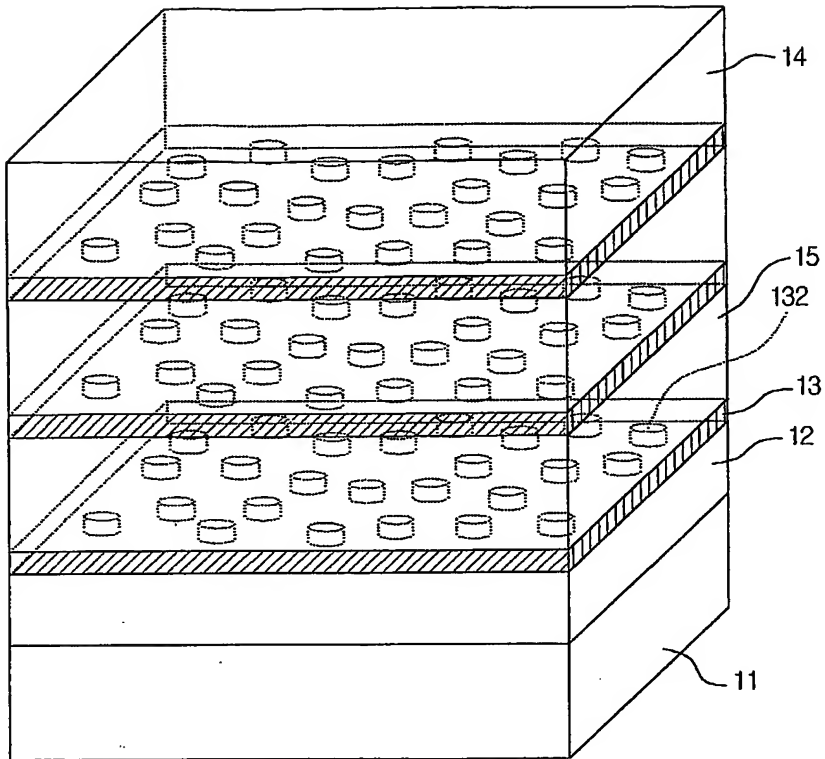
(a)



(b)



【도 3】



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**